

ЛІНІЙНА ФАЗОВАНА АНТЕННА РЕШІТКА НА ОСНОВІ ПРОФІЛЬОВАНИХ ЩІЛИННИХ ВИПРОМІНЮВАЛЬНИХ ЕЛЕМЕНТІВ

Мазуркевич Г. М., магістрант

Національний технічний університет України «КПІ», Київ, Україна

На сьогоднішній день радіотехнічні системи проявляють тенденцію до розширення робочого діапазону частот. Це призводить до пошуку нових конструкцій антен та антенних решіток, які б поєднували у собі мініатюрність, інтегрованість, простоту конструкції та виготовлення зі сталим осьовим випромінюванням в смузі частот з коефіцієнтом перекриття більше 100%. Поставленим вимогам повністю задовольняють профільовані щілинні антени [1], які використовуються в якості елемента ФАР в медицині, астрономії, радіолокації, ширококутових системах зв'язку тощо [1].

Метою даного дослідження є визначення розміру лінійної ФАР, яка складається з профільованих щілинних антен, при якому подальше збільшення кількості елементів не призводить до суттєвої зміни характеристик центрального елемента, а також пошук оптимальної кількості елементів дискретизації простору для забезпечення належної швидкості та якості розв'язання електродинамічної задачі. В якості характеристики для порівняння був обраний коефіцієнт відбиття, оскільки він найшвидше виходить із заданих меж при зміні частоти, а отже, безпосередньо впливає на робочий діапазон частот антенної решітки [2].

В якості елемента лінійної фазованої антенної решітки профільованих щілинних антен було обрано антену Вівальді, експоненційний профіль якої апроксимовано п'ятьма точками. Антена виконана за друкованою технологією з однієї сторони діелектричної основи. Максимальні розміри антени $L = 100$ мм, $H = 20$ мм, товщина діелектричної основи $t = 0,762$ мм, а її діелектрична проникність $\epsilon = 2,17$. Розрахунок коефіцієнта відбиття центрального елемента ФАР відбувається в діапазоні частот 3,1..10,6 ГГц. Коефіцієнт відбиття розраховуємо за допомогою програми точного електродинамічного аналізу CST Microwave Studio, який базується на модифікованому методі кінцевих різниць у часовій області.

Відповідно до результатів досліджень, наведених в [3], очікується, що оптимальною з точки зору швидкості і якості розрахунку буде решітка, яка складається з п'яти елементів. Для подальшого порівняння були створені моделі одно-, трьох-, п'яти-, семи- та дев'яти-елементних ФАР. На рис. 1 наведена залежність коефіцієнта відбиття центрального елемента від частоти для лінійної ФАР з різною кількістю елементів. З рис. 1 видно, що, починаючи з п'яти елементів у ФАР, коефіцієнт відбиття центрального елемента на центральній частоті 6,85 ГГц не відрізняється. При цьому, порівнюючи чисельні значення коефіцієнтів відбиття при віддаленні від

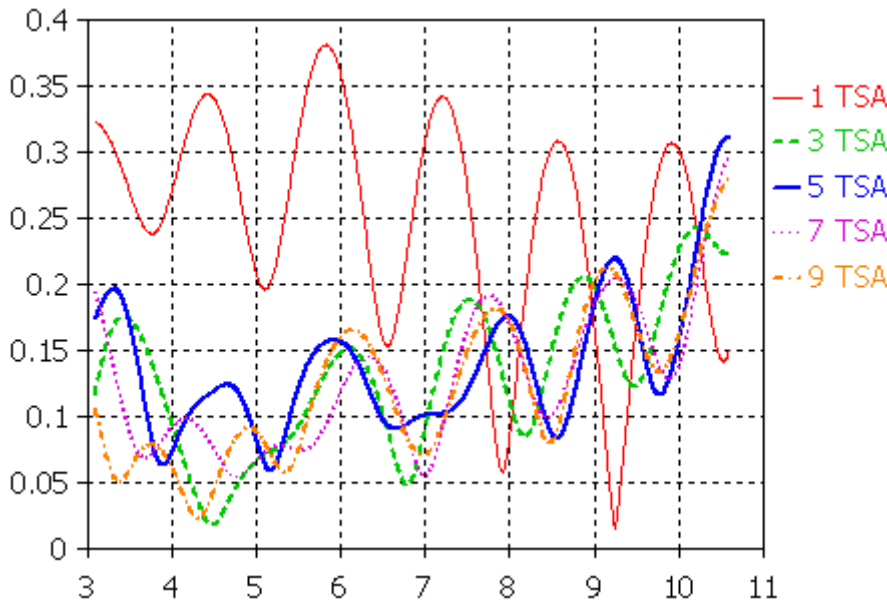


Рисунок 1. Коефіцієнт відбиття центрального елемента ФАР з різною кількістю елементів у решітці

центральної частоти встановлено, що вони відрізняються не більше ніж на 10–15%.

На рис. 2 наведена залежність коефіцієнта відбиття центрального елемента від частоти для п'ятиелементної лінійної ФАР з різною кількістю елементів дискретизації простору. Зі збільшенням кі-

лькості елементів дискретизації підвищується точність електродинамічного аналізу.

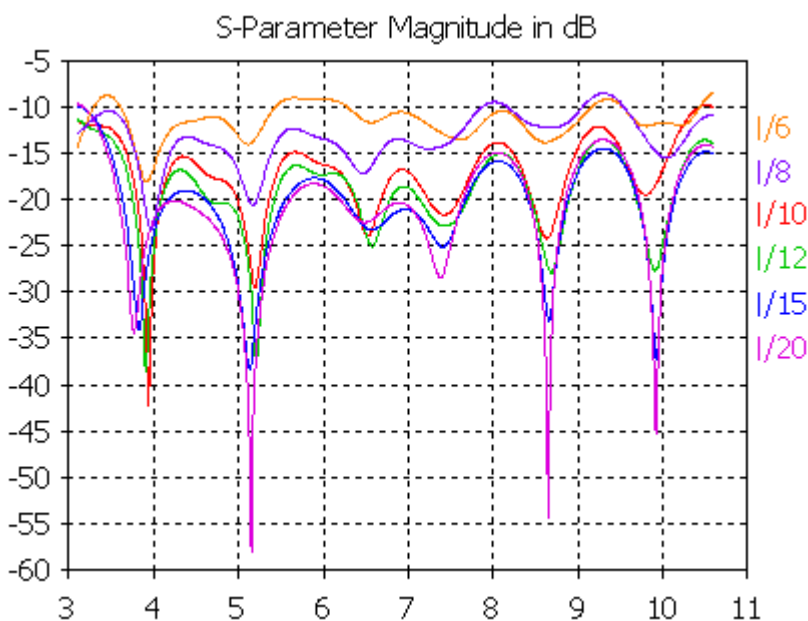


Рисунок 2. Коефіцієнт відбиття центрального елемента ФАР з різною дискретизацією простору

При цьому значно зростає час аналізу ФАР, що при проведенні серії дослідів, наприклад, при зборі даних для тренування нейронної мережі, є досить суттєвим показником. Нами встановлено, що, починаючи з розміру елемента дискретизації, що не перевищує десятої частини довжини хвилі, точність в середньому відрізняється не більше ніж на 15%. В табл. 1 наведе-

на залежність часу аналізу від розміру елемента дискретизації. Як бачимо, починаючи з дискретизації $\lambda/10$ значно зростає час аналізу при майже не змінній точності.

З огляду на отримані результати можна зробити висновок, що п'яти елементів достатньо для побудови лінійної ФАР профільованих щілинних антен, характеристики центрального елемента якої суттєво не відрізняються від аналогічних ФАР з більшою кількістю елементів у решітці. Крім того, визначено, що оптимальний з точки зору швидкості і якості аналізу розмір елемента дискретизації складає десятю частину довжини хвилі.

Таблиця 1

Дискретизація довжини хвилі	Кількість елементів дискретизації	Час аналізу, хв
$\lambda/6$	396828	4
$\lambda/8$	609246	6
$\lambda/10$	944775	10
$\lambda/15$	2151500	20
$\lambda/20$	3628775	35

ються від аналогічних ФАР з більшою кількістю елементів у решітці. Крім того, визначено, що оптимальний з точки зору швидкості і якості аналізу розмір елемента дискретизації складає десятю частину довжини хвилі.

Література

1. K. Sigfrid Yngvesson. Endfire tapered slot antennas on dielectric substrates / K. Sigfrid Yngvesson, Daniel H. Schaubert, Thomas L. Korzeniowski, et all // IEEE Transactions on antennas and propagation. — 1985. — Vol. SP-33, № 12. — P. 1392—1400.
2. Куприц В. Ю. Оптимизация расположения антенных элементов Вивальди в широкополосных антенных решетках / Куприц В. Ю., Мещеряков А. А. // Доклады ТУСУРа. — 2010. — № 21. — С. 45—49.
3. Мартинюк С. Є. Дослідження міжелементного зв'язку в ультраширокопосмуговій скануючій антенній решітці з 9x9 профільованих щілинних випромінювачів / Мартинюк С. Є., Василенко Д. О. // Вісник НТУУ «КПІ». Серія — Радіотехніка. Радіоапаратобудування. — 2010. — № 41. — С. 74—80.

Анотація

Представлені результати досліджень з визначення розміру лінійної ФАР профільованих щілинних антен, при якому подальше збільшення кількості елементів не призводить до суттєвої зміни характеристик центрального елемента. Визначено оптимальний розмір елемента дискретизації такої антенної решітки при її аналізі у програмі CST Microwave Studio.

Ключові слова: антенна решітка, профільовані щілинні антени, коефіцієнт відбиття.

Аннотация

Представлены результаты исследований по определению размера линейной ФАР профилированных щелевых антен, при котором дальнейшее увеличение количества элементов не приводит к существенным изменениям характеристик центрального элемента. Определен оптимальный размер элемента дискретизации такой антенной решетки при ее анализе в программе CST Microwave Studio.

Ключевые слова: антенная решетка, профилированные щелевые антенны, коэффициент отражения.

Abstract

This paper presents an optimal dimension of the linear phased antenna array of tapered slot antennas. An optimal dimension of space discretization element of such phased antenna array in CST Microwave Studio is determined.

Keywords: antenna array, tapered slot antennas, reflection coefficient.